

BEST AVAILABLE COPY

(43)Date of publication of application : 15.07.1997

H04L 29/08

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(72)Inventor : KAMAGATA EIJI

(57)Abstract:

SOLUTION: A timer section 104 starts a re-transmission timer at transmission for each transmission packet to check whether or not reception acknowledge is received within the expiration of time and to measure a round trip time and to calculate the expiration of time based on the measured round trip time. A packet output section 103 divides the packet length of the packet to be sent so as to generate packets so that the acknowledge is received within the expiration time of the re-transmission timer based on them above.

[Date of request for examination] 13.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであって、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、

端末側には、各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値から逐次計算される再送タイマーのタイムアウト時間よりも該端末が送信するバケットの伝送に要する時間が短くなる大きさにデータを分割してバケット化するバケット出力手段を設けたことを特徴とするバケット通信システム。

【請求項2】 端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであって、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、

端末には、自己がバケットを受信して確認応答の送信待ち状態の時には、自己が送信するバケットの伝送に要する時間が予め定められる時間よりも短くなる大きさに、データを分割してバケット化する機能を備えることを特徴とするバケット通信システム。

【請求項3】 端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであって、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、

各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値および次に送信するバケットの大きさに基づいて次に送信するバケットに対する再送タイマーのタイムアウト時間を決める機能を備えることを特徴とするバケット通信システム。

【請求項4】 端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであって、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケッ

トを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、

各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値および該端末が送信することのできる最大バケットの伝送に要する時間に基づいて次に送信するバケットのタイムアウト時間を決める機能を備えることを特徴とするバケット通信システム。

【請求項5】 端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであって、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、

送信するデータをバケット化して出力するものであって、与えられるタイムアウト時間情報に基づき、送信バケット長が最適になるようにデータを分割してバケット化し、伝送路に送信するバケット送信部と、伝送路からバケットを受信するバケット受信部と、バケットを送信してから確認応答が受信されるまでのラウンドトリップ時間を測定し、このラウンドトリップ時間をもとにタイムアウト時間を決めると共に、タイムアウト時間の情報をバケット送信部に与え、また、各々のバケットを送信してからの時間経過を測定する再送タイマー機能とを有するタイマー部と、を具備することを特徴とするバケット通信システム。

【請求項6】 端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであって、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、

データをバケット化し、伝送路に送信するバケット送信部と、伝送路からバケットを受信するバケット受信部と、各々のバケットを送信してからの時間経過を測定する複数の再送タイマーと、バケットを送信してから確認応答が受信されるまでのラウンドトリップ時間を測定する手段と、ラウンドトリップ時間とバケット長をもとにタイムアウト時間を決める手段と、を具備することを特徴とするバケット通信システム。

10

20

30

40

50

【請求項7】 端末へ送るデータの伝送速度が、その端末から送り出されるデータの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いる通信システムであって、伝送するデータはバケット化し、バケットを受けると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値から決まる再送タイマーのタイムアウト時間内に、確認応答を受けられるべく、伝送するバケットのバケット長を短くするようにしたことを特徴とするバケット通信制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデータをバケット化して送受信するバケット通信システムにかかわり、特に確認応答が間に合わないためにタイムアウトが生じることによるバケット再送という事態発生に伴うスループットの低下を抑制できるようにしたバケット通信システムおよびバケット通信制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】複数のコンピュータ間で情報の共有をしたり、あるいはデータ処理の分散化を図るために、従来からコンピュータ間でネットワークを介したデータ通信が行われている。そして、そのデータ通信の多くは、バケット通信方式を採用している。バケット通信方式というのは、データをバケット化して送受信する通信方式のことであり、通信制御の分散化に適する方式である。

【0003】例えば、インターネット(Internet)として知られているコンピュータ間の通信について説明する。インターネットでは、例えばイーサネットとして知られるコネクションレス型の高速伝送路や、従来の電話網のように通信に先だってコネクション設定を行うコネクション型の伝送路のそれぞれを用いることができる。いずれの場合においても、伝送路上を図12に示す如きフォーマットのIP(Internet Protocol)データグラムと呼ばれるバケットの中に、データを格納して送受信する。

【0004】しかしながら、IPデータグラムは、伝送路で伝送されている時に雑音やバケット同士の衝突等が原因となって、データに誤りが生じることがある。さらに、本来の宛先と異なる端末へバケットが届けられる危険をはらんでいる。これは、バケットの宛先などの制御情報が書かれているヘッダに誤りが生じることによって起因しており、このような事態が生じると、本来の宛先と異なる端末へバケットが届けられることがある。

【0005】このため、IPデータグラムを用いてデータの授受を行う端末の間では、データが入っているバケットを受信した端末が、そのバケットに対する確認応答を送信端末に送信するようにした肯定確認応答のプロ

トコルであるTCP(Transmission Control Protocol(図13参照))を用いるのが一般的である。

【0006】そして、このTCPを用いた通信においては、送信端末では、自己がデータをバケット化して送信した後、タイムアウト時間内に確認応答が受信できない時に、正しいデータが相手端末に届かなかったと判断して、再度、同じデータをバケット化して送信するようにする(図14(a)参照)。

【0007】この時、判断の基準となるタイムアウト時間としては、理想的には正しいデータが相手端末により受信された場合に確認応答が受信できるはずの時間に設定されるのが良い。しかし、実際にこの時間を厳密に知ることとはできない。

【0008】このため、確認応答が受信できるはずの時間を推定した上で、余裕を持たせるため、その推定した時間よりもタイムアウト時間を大きく設定するのが普通である。これは、タイムアウト時間を、余裕を持たせることなく設定してあると、受信端末が正しいデータを受信して確認応答を送信しても、端末の処理負荷の変動やネットワーク内のトラフィックの変動により、タイムアウト時間までに確認応答を渡すことができない事態が生じ、それがためにバケットの再送を試みなければならなくなることが頻発することになるからである。これは通信資源の無駄使いであり、時間の浪費ともなる。

【0009】逆に余裕を持たせ過ぎて、タイムアウト時間をあまり大きく設定すると、正しいデータが相手端末に届かなかった場合に、それを判断してバケットを再送をするまでの時間が長くなるため、やはりスループットが低下することになる。

【0010】このため、TCPでは、データをバケット化して送信してから確認応答を受信するまでの時間であるラウンドトリップ時間を逐次測定し、当該ラウンドトリップ時間の時間的な推移など加味して、次に送信するバケットのラウンドトリップ時間を推定する。

【0011】そして、その推定されたラウンドトリップ時間に基づいて、次に送信するバケットのタイムアウト時間を算出する。例えば、IETFのRFC793では、測定されたラウンドトリップ時間(RTT_{ovs})と、それまでのラウンドトリップ時間の推定値(RTT_{pre})より、新たなラウンドトリップ時間の推定値(RTT)を求め、さらにRTTに基づいてタイムアウト時間(RTO)の算出を行う。

【0012】

$$RTT = \alpha RTT_{pre} + (1 - \alpha) RTT_{ovs}$$

$$RTO = \beta RTT, (\beta > 1)$$

但し、 α は $(0 \leq \alpha \leq 1) \dots (1)$

肯定確認応答プロトコルでのラウンドトリップ時間の推定やタイムアウト時間の算出として、従来考えられている方法の多くは、イーサネットなどの比較的高速な伝送路での利用を想定しており、この場合、ラウンドトリッ

ブ時間は途中経路のコンピュータでの処理負荷や、ネットワーク利用率がおもな影響を与える。

【0013】しかし、公衆網や移動通信網などでの利用を想定すると、伝送速度がイーサネットと比べて極めて低い（遅い）ため、そのラウンドトリップ時間は送信・受信それぞれのパケットの大きさに影響される。すなわち、低速な伝送路で大きなパケットを送受信すると、そのパケットの伝送に要する時間がラウンドトリップ時間に占める割合が大きくなる。これに対して、さらに分散の大きなラウンドトリップ時間に対するラウンドトリップ時間の推定およびタイムアウト時間の算出の方法として、ジャコブソン（Jacobson, V）は“Congestion Avoidance and Control,” Computer Communication Review, vol.18, no.4, pp314-329(Aug.)の文献において、次に示す式（2）の使用を推奨している。

【0014】そして、式（2）の方法を用いることで、送信パケットまたは受信パケットの大きさに分散があれば、適当なタイムアウト時間の設定が行える。

【0015】 $DIF = RTT_{ovs} - RTT_{pre}$
 $RTT = RTT_{pre} + g \times DIF$
 $DEV = DEV_{pre} + h(|DIF| - DEV_{pre})$
 （gの値としては1/8が、hの値としては1/4が推奨されている）

$RTO = RTT + 4 \times DEV \dots (2)$

ここで、DIFはそれまでのラウンドトリップ時間の推定値と測定されたラウンドトリップ時間の差分を示しており、また、DEV_{pre}はそれまでのラウンドトリップ時間の推定値の偏差を、そして、DEVはラウンドトリップ時間の推定値の偏差をそれぞれ示している。

【0016】また、一方で、伝送路での誤り訂正を行う場合や光ファイバーを用いた有線の通信路では、パケットに誤りが生じることが極めて少ないため、データをパケット化して送信した後、タイムアウト時間到達までの間に確認応答が受信できないことの原因が輻輳による場合であることが考えられる。このため、TCPではタイムアウトが生じた時に再送による誤り回復と同時に、スロースタートとして知られている輻輳を回避するための手順が実行される。

【0017】このため、一度タイムアウトが生じると、パケットを連続的に送信することができなくなり、スループットが低下することになる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】コンピュータなどの端末において、その端末に受信させるデータの伝送速度が、その端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である場合、あるいは伝送速度に関して上り伝送路と下り伝送路が非対称である伝送路に接続される場合、特に端末から送信するデータを伝送する速度がイーサネットなどと比較して遅い場合、すなわち、狭帯域な伝送路である場合においては、ラウンドトリップ時間は端末が

送信するパケットの伝送時間に大きく依存し、端末が受信するパケットの伝送時間にはあまり影響されない。

【0019】そして、端末から送信されるパケットの大きさが、その端末から送信することのできる最大パケット長と比較して十分小さい場合が連続していると、端末が受信するパケットの大きさにかわりなく、ラウンドトリップ時間が小さいと推定され、これに伴ってタイムアウト時間も小さく設定される。

【0020】この状態で端末が最大パケットなど大きなパケットを送信すると、そのパケットの伝送に要する時間が大きいため、実際にはそのパケットのデータが相手端末に正しく届けられていても、タイムアウト時間内に確認応答が受信できなくなることがある。

【0021】この場合には、再度この大きなパケットが送信されることになり、結果として狭帯域の伝送路が無駄に使われ、スループットの低下やデータ伝送の遅延が起こるという問題があった。

【0022】またTCPなどのプロトコルでは、端末がデータの入ったパケットを受信すると、相手端末に確認応答を送信するための確認応答の送信待ちの状態になり、同じ相手端末宛に送信するデータがある場合にはそのデータと確認応答が同一のパケットにパケット化されて送信される。

【0023】作成されたパケットが、例えば、最大パケットのように大きい場合、前述した理由により、相手端末におけるタイムアウト時間内に確認応答が届かないこととある。

【0024】この時に、前述した輻輳回避のための手順が実行されると、相手端末においてパケットの送信の規制がなされるため、連続的にパケットを送信することができなくなる。このため、端末が高速にデータを受信することができなくなるという問題点があった。

【0025】そこで、送信側より送信したパケットが、受信側に届いている場合に、タイムアウトによるパケットの再送という無駄の発生を合理的に解消できるようにする技術の開発が囑望されている。

【0026】以上に鑑み、本発明はコンピュータなどの端末が、その端末が受信するデータを伝送する速度が、その端末から送信するデータを伝送する速度と比較して高速である、すなわち、伝送速度に関して非対称である伝送路に接続される場合においても、肯定受信確認プロトコルを用いた正しいデータの伝送を行えるパケット通信制御方法を提供することを基本的な目的とし、さらに第1には本発明は、従来から用いられるタイムアウト時間算出の方法を用いても、確認応答が正しく受信できるようにすることを目的とする。

【0027】また、第2には、本発明は端末が連続的に高速にデータを受信することができるようになることを目的とする。また、第3には、本発明は端末が送信するデータを伝送する狭帯域の伝送路を効率的に利用するこ

とを目的とする。

【0028】また、第4には、本発明は端末がデータを受信する伝送路および端末が送信するデータを伝送する狭帯域の伝送路を無駄に使うことを防ぐことを目的とする。

【0029】また、第5には本発明は、以上に述べた第1ないし第4の発明のバケット通信制御方法を実現するバケット通信端末の提供を目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、本発明は次のようにする。

【0031】第1の発明は、端末に受信させるデータの伝送速度が、その端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路に接続される端末がデータをバケット化して伝送するバケット通信での制御において、各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値から逐次計算される再送タイマーのタイムアウト時間よりも該端末が送信するバケットの伝送に要する時間が短くなる大きさにデータを分割してバケット化することを要旨とする。

【0032】また、第2の発明は、端末が受信するデータを伝送する速度が、端末から送信するデータを伝送する速度と比較して高速である伝送路に接続される端末がデータをバケット化して伝送するバケット通信であって、該端末がバケットを受信して確認応答の送信待ち状態になっている時には、該端末が送信するバケットの伝送に要する時間が予め定められる時間よりも短くなる大きさにデータを分割してバケット化することを要旨とする。

【0033】また、第3の発明は、端末が受信するデータを伝送する速度が、端末から送信するデータを伝送する速度と比較して高速である伝送路に接続される端末がデータをバケット化して伝送するバケット通信で用いる制御方法であって、各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値および次に送信するバケットの大きさに基づいて次に送信するバケットに対する再送タイマーのタイムアウト時間を決めることを要旨とする。

【0034】また、第4の発明は、端末が受信するデータを伝送する速度が、端末から送信するデータを伝送する速度と比較して高速である伝送路に接続される端末がデータをバケット化して伝送するバケット通信で用いる制御方法であって、各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値および該端末が送信することのできる最大バケットの伝送に要する時間に基づいて次に送信するバケットのタイムアウト時間を決めることを要旨とする。

【0035】また、第5の発明は、端末に受信させるデータの伝送速度が、端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いた通信システムであっ

て、端末との間で授受するデータをバケット化して伝送すると共に、バケットを受け取ると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、送信するデータをバケット化して出力するものであって、与えられるタイムアウト時間情報に基づき、送信バケット長が最適になるようにデータを分割してバケット化し、伝送路に送信するバケット送信部と、伝送路からバケットを受信するバケット受信部と、バケットを送信してから確認応答が受信されるまでのラウンドトリップ時間を測定し、このラウンドトリップ時間をもとにタイムアウト時間を決めると共に、タイムアウト時間の情報をバケット送信部に与え、また、各々のバケットを送信してからの時間経過を測定する再送タイマー機能とを有するタイマー部とを具備する。

【0036】

【発明の実施の形態】本発明は、端末へ送るデータの伝送速度が、その端末から送り出されるデータの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いる通信システムであって、伝送するデータはバケット化し、バケットを受けると確認応答を返すようにし、また、バケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはバケットの再送を試みるようにしたバケット通信システムにおいて、各々のバケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値から決まる再送タイマーのタイムアウト時間内に、確認応答を受けられるべく、伝送するバケットのバケット長を短くするようにしたことを特徴とするものであり、伝送するバケットの長さが長くて、タイムアウト時間までに確認応答を返すことができない事態が生じないように、長いデータの送信は短いバケットに小分けして複数回に分けて伝送したり、あるいはバケット長によってはタイムアウト時間を長くするといった制御を行うことにより、タイムアウトが生じないようにすることを特徴としている。

【0037】以下、本発明の具体例を図面を参照して説明する。

【0038】（システムの基本構成）はじめに、本発明を適用しようとするシステム全体の基本構成を説明しておく。

【0039】本発明では、大量のデータを高速な伝送路で送信し、このデータを受信した側からの確認応答は低速度な伝送路で返すといった非対称な伝送路を使用するシステムを想定し、その場合の不具合を合理的に解消することを目指している。このような非対称な伝送路を使用する例は、イーサネットと公衆電話網を使い分けるといったように、種々考えられる。

【0040】すなわち、コンピュータなどのインテリジェントターミナルを端末として用い、これとネットワークに接続されたホストシステムなどとの間でのデータ授受を想定する。ホストシステムの接続されているネットワークと端末との接続は、例えば図1に示すような構成となる。

【0041】図1において、1は端末であり、2はターミナルアダプタ、3はネットワーク、4はネットワークアダプタである。ターミナルアダプタ2は端末1に接続される無線通信用のインタフェースであり、無線により相手方と情報を授受して端末1に受け渡し、端末1からの送信情報を無線信号に変換して送信するといった機能を有するものである。また、ネットワークアダプタ4はネットワーク3に接続される無線通信用のインタフェースであり、無線により端末側と情報を授受してネットワーク3に受け渡し、ネットワーク3から端末への送信情報を無線信号に変換して送信するといった機能を有するものである。

【0042】図1では端末1として例えば携帯型のコンピュータを用い、この端末1に、カード型で着脱可能なターミナルアダプタ2が備えられ、ネットワーク3にはネットワークアダプタ4が接続される構成を示している。端末1はこれらのターミナルアダプタ2およびネットワークアダプタ4を介してネットワーク3に接続される。

【0043】ネットワーク3としてはイーサネットやATMなど、既存のLANやB-ISDNなどの通信ネットワークで使用される高速ネットワークの使用が考えられる。そして、これらの伝送路に、データリンクレイヤプロトコルで用いるフォーマットとしてイーサネットパケットやRFC1171/1172に記述されるPPP (Point-to-Point Protocol) フレーム(図2参照)などを用いて、そのフレームあるいはパケットのデータフィールドにIPデータグラムを乗せることで、相手端末とパケット通信を行うことができる。

【0044】図1での例では、ターミナルアダプタ2とネットワークアダプタ4間の伝送路は、無線接続したものを示したが、これらターミナルアダプタ2とネットワークアダプタ4間の伝送路は、有線接続されている場合と、無線伝送路を利用する場合のどちらでも良い。例えば、無線伝送路を用いる場合のターミナルアダプタ2とネットワークアダプタ4の構成は図3および図4に示す。

【0045】図3に示すようにターミナルアダプタ2は、着脱機構31と、入出力装置32と、無線送受信機33と、無線受信機34とアンテナ35、36とを有している。着脱機構31はターミナルアダプタ2自身と端末1とを機械的、電気的に接続するためのものであり、入出力装置32は着脱機構31を介して端末1と接続され、また、無線送受信機33および無線受信機34とに

接続されていて、無線受信機34からの受信信号あるいは無線送受信機33からの受信信号を受け取ってこれを着脱機構31を介して端末1に渡し、また、着脱機構31を介して端末1から受け取った信号を無線送受信機33に渡すものである。

【0046】無線送受信機33は狭帯域用の伝送路を経て送られてくる信号(低速伝送される信号)をアンテナ35を介し受信し、復調してデータ化すると共に、これを入出力装置32に渡し、また、入出力装置32から渡されるデータを変調してアンテナ35を介し、低速の無線伝送路で送信する低速無線送受信機能を有するものである。また、無線受信機34は広帯域用の伝送路を経て送られてくる信号(高速伝送される信号)をアンテナ36を介して受信してデータ化すると共に、これを入出力装置32に渡す機能を有するものである。

【0047】ネットワークアダプタ4は図4に示すように有線/無線フレーム変換部41と、無線送受信機42と、無線送信機43と、データリンク制御部44と、高速伝送路インタフェース45と、アンテナ46、47とからなる。

【0048】有線/無線フレーム変換部41はISDN(サービス総合デジタル網)からの伝送フレームを無線用の伝送フレームに変換し、無線用の伝送フレームを有線の伝送フレームに変換するものであり、無線送受信機42は有線/無線フレーム変換部41からの無線用の伝送フレームを受けてこれを変調し、アンテナ46を介して無線送信し、また、アンテナ46を介して受信した無線信号を復調して有線/無線フレーム変換部41に渡す低速伝送用の無線送受信機である。

【0049】高速伝送路インタフェース45は、イーサネットなどの高速通信網からの送信データを受け取るインタフェースであり、無線送信機43はデータリンク制御部44のプロトコル制御に基づいて送信フレームを高速無線送信する広帯域の高速無線通信機である。

【0050】データリンク制御部44は、低速伝送および高速伝送用の通信における送受信のプロトコル制御を司るものであり、有線/無線フレーム変換部41はこのデータリンク制御部44によるプロトコル制御に基づいて送信すべきフレームを無線送受信機42に渡し、受信フレームを受け取る。また、無線送信機43は有線/無線フレーム変換部41から受け取った応答フレームからデータリンク制御部44の制御の元に送信フレームの再送を行ったりする。

【0051】端末1とネットワークの間の通信に無線伝送を用いることの利点として、端末1の移動性が向上することが挙げられる。このため、LANや公衆網においても、端末1とネットワーク3の間の通信に無線伝送を用いた無線LANや、携帯電話などが普及し、これらの端末は従来の有線で接続される端末と比較すると利便性が向上している。

【0052】図3および図4に示すように、ターミナルアダプタ2とネットワークアダプタ4の間の通信に無線伝送路を用いている場合には、同様に端末1の移動性が得られるという利点があるが、一方で携帯型の端末1の利用形態を考慮すると、端末1から送信する情報としては音声やキーボード入力、手書き文字入力など従来から音声伝送に用いられる伝送帯域で伝送することができるが、端末1が受信する情報としては画像情報やデータベース検索の結果など容量が大きなもので、それらの情報をユーザにストレスを感じさせることなく伝送するためには、広帯域の伝送路が必要になる。

【0053】図3および図4に示した、無線伝送を用いるターミナルアダプタ2とネットワークアダプタ4においては、端末1から送信するデータを伝送する無線送受信機33、42の無線搬送波周波数より端末1が受信するデータを伝送する無線送信機43および無線受信機34の無線搬送波周波数を高くすることで、このような非対称の伝送路を実現することが可能であると共に、送受信とも広帯域な伝送路を共に高い周波数の無線搬送波を用いて実現するよりも、より低消費電力なターミナルアダプタを構成することができ、携帯のための電源確保の面からもこの構成が有効であると言える。

【0054】端末1がコンピュータである場合、そのハードウェア構成は一般に用いられているコンピュータの構成と基本的には同じである。ターミナルアダプタ2は一般的にコンピュータに備えられる拡張ハードウェアインターフェースであるコンピュータの内部バスやPCMCIAインターフェースに装着される。

【0055】パケット通信を制御する制御機能については、ハードウェアで実現する方法のみならず、前述したターミナルアダプタ2とやりとりする信号をCPUから読み書きできるバッファなどの物理装置へ入出力する機能を持つことにより、ソフトウェアで実現する方法も可能である。ここでは本発明による制御方法をハードウェアあるいはソフトウェアで実現することの区別無しに、その機能および手順について主に説明する。

【0056】本発明によるパケット通信制御方法を実現する端末1は例えば図5に示すように、パケット入力部101、制御部102、パケット出力部103、タイマー部104、入力バッファ105、出力バッファ106とから構成される。

【0057】パケット入力部101は、受信したパケットのヘッダ部から順序番号の検査を行い、受信すべきパケットが受信されているかを判断する。正しいパケットが受信された場合には受信確認の生成の指示を行う。

【0058】パケット出力部103ではデータをパケット化して送信したり、受信確認の生成の指示に基づいて受信確認パケットを送信する。タイマー部104では、送信したパケット毎に送信時に再送タイマーを起動して、受信確認がタイムアウト時間内に受信されるかの検

査や、ラウンドトリップ時間の測定とこの測定したラウンドトリップ時間をもとにしたタイムアウト時間の計算を行う。制御部102ではデータ伝送を行う単位であるコネクションの設定や解放、各コネクションの制御や状態の管理を行う。

【0059】各コネクションの状態などの情報は端末1のプログラムを介して端末1のメモリー中に保持される。また、タイマー部104で用いるタイマーは、コンピュータのCPUに供給する動作クロックから算出するもので、精度に応じたタイマーを複数用意しておき、それぞれ測定などに必要とする精度により、選択して利用する。端末1はデータを送信する時には、データをパケット化する。

【0060】そして、パケットにはヘッダ、テイルに付加的な制御情報として宛先アドレス、自己のアドレス、データの順序を示す順序番号、誤りの検出を行うための誤り検出符号などを書き込んで、それを送信する。

【0061】このような基本構成を持つ通信システムにおいて、本発明の第1の具体例としては、受信側で送信データを全て正常に受信されているにもかかわらず、受信側から送信側への確認応答の伝達が遅れたがために、送信側ではタイムアウトして送信データの再送を行うという無駄を解消できるようにする例を説明する。

【0062】(第1の具体例) 確認応答の遅れによる送信側でのタイムアウトによる送信データの再送を抑制するには、タイムアウトしないうちに、確認応答を受けることができるように、低速伝送される送信データを適宜に分割して短いパケットとして送るようにすればよい。つまり、データ送信側よりパケットを送信してからそれを受信した相手側より前記データ送信側に確認応答を返すが、ラウンドトリップ時間、すなわち、データ送信側において、過去にパケットを送信してから確認応答を受信するまでに要した時間であるラウンドトリップ時間の測定値に基づいて、当該データ送信側で使用する再送タイマーのタイムアウト時間(パケット対応に設定され、そのパケットを送信してからタイムアウトするまでの時間)よりも、確認応答の到達に要する時点までの経過時間が短くなるようなパケット長になるように、データを分割して小さい複数のパケットとして送るようにする。

【0063】パケット長が短くなることで、それを伝送するのに要する時間が短くて済み、送信側でのタイムアウト前に確認応答を送信側が受取ることができるため、タイムアウトが発生せず、データの再送発生を抑制できるようにすることができる。

【0064】そのためには、送信側の構成要素であるパケット出力部103の構成を工夫して図6に示す如きとすればよい。

【0065】本発明の第1の具体例として、端末1側の構成の要部を示した図である図5の構成におけるパケット出力部103の具体的構成例を図6に示す。すなわ

ち、送信するデータを伝送速度等に対応して所定の演算式で演算して求めたデータ量単位で分割するデータ分割処理部103a、このデータ分割処理部103aで分割処理されたデータを受取り、これにヘッダやトレイラを付加してバケット化するバケット作成部103bとより端末1のバケット出力部103を構成する。

【0066】このような構成において、端末1側では、送信しようとするデータがあると、このデータはバッファ106に送られ、ここに蓄積される。すると、端末1側におけるそのバケット出力部103では、このバッファ106に蓄積されたデータを読み込み、これをバケット化して当該端末1側から低速の伝送路で相手側へデータをバケット伝送するが、バケット出力部103では、この送信するデータをデータ分割処理部103aにて所要*

$$SS + \gamma < \min(MSS, RTO \times V) \quad \dots (3)$$

とする。この時に γ は送信側から端末1に送信されて当該端末1が受信するバケットの伝送に要する時間であり、当該端末1が受信するデータの伝送速度が大きい場合には、バケット長にあまり依存しない一定値に設定することができる。

【0069】端末1ではバケット出力部103から、そのバケット作成部103bで作成したバケットを低速伝送路にて送信した時に、タイマー部104に指令を与えてこのバケットに対する再送タイマーを起動した上で、当該バケット送信したデータをバッファ106から消去せず受信させる相手側からの確認応答が受信されるのを待つ。

【0070】当該受信させる相手側では、バケットを受信して取り込むと、確認応答を返すが、端末1では当該受信させる相手側からの確認応答を受信すると、このバッファ106内のデータを消去し、確認応答を受信できないときは再送のために消去せずに保存するといった制御をしている。確認応答を待つ時間はバケットを送信した段階で起動するタイマー部104の再送タイマーに設定されたタイムアウト時間で定められる。つまり、バケットを送信してから所定の時間の到達点までの間である。

【0071】そして、タイムアウト時間が経過しても相手端末からの確認応答が受信できない場合には、端末1はバッファ106に格納されている、先に送信したデータと同じデータを再度バケット化し、送信することになる。

【0072】式(1)あるいは式(2)にのっとり、タイムアウト時間の計算を行うと、条件によってはタイムアウト時間も比較的小さな値に設定されてしまう。

【0073】例えば、当該端末1から小さいバケットの送信が続けられ、かつ、それらのバケットの大きさの分散が小さい場合には、前記式(1)あるいは式(2)ではラウンドトリップ時間の推定値が小さく計算されることになり、それに伴いタイムアウト時間も比較的小さな

*の長さに分割した上でバケット作成部103bでヘッダやトレイラを付加してバケット化した上で相手側へバケット伝送する。

【0067】本具体例においては、データ分割処理部103aにて分割する長さをつぎのようにする。すなわち、ひとつのバケットに格納するデータの大きさであるセグメントサイズ(SS)を、以下のように定める。

【0068】今、現在設定されているタイムアウト時間をRTO、バケットに格納するデータの大きさの最大値である最大セグメントサイズをMSS、そして、端末1から送信するデータの伝送速度をVと定めると、これらからセグメントサイズ(SS)は式(3)に示すように、

値に設定されてしまう。

【0074】そのため、式(1)あるいは式(2)に示すタイムアウト時間に基づいて制御を行っている時に、最大セグメントサイズのデータを含む最大サイズのバケットを送信すると、そのバケットを相手端末に伝送するのに要する時間がタイムアウト時間を越えてしまうことになる。

【0075】そのため、大きなデータを送る要求がある場合において、式(3)で示される大きさのデータに分割した上でバケット化して送信する。この場合には、送信するバケットの大きさが少しずつ大きくなるため、ラウンドトリップ時間の測定値も次第に大きくなり、式(1)あるいは式(2)で記述したラウンドトリップ時間の推定値も大きくなる。これに伴い、タイムアウト時間の設定値も大きくなってゆく。

【0076】このため、式(3)のようにデータを分割して、いくつかのバケットを続けて送信すると、やがては最大サイズのバケットを送信してもタイムアウトが生じない値にタイムアウト時間が推移してゆく。

【0077】それゆえ、端末1よりバケット送信した際に、正しいデータが相手側に受信されているにも関わらず、確認応答バケットが端末1側のタイムアウト時間までに受信できないことにより、バケットの伝送誤りと判断されることが無くなり、端末1側では無駄にバケットを再送することが回避できるようになって、当該バケットの無駄な再送による伝送路の無駄な占有を引き起こすことが無くなる。

【0078】また、相手端末から送信されたバケットは、相手端末において式(2)で示されるタイムアウト時間の設定がなされている。相手端末からのバケットを受信する伝送路は広帯域であるため、伝送に要する時間が比較的短い。このため、確認応答を、式(3)で示すデータと共にバケット化して相手端末に送信することにより、相手端末側でも無駄にタイムアウトを引き起こすことが無くなる。

【0079】さらに、相手端末から高速にかつ連続してデータを受信中に、相手端末側でタイムアウトにより起動される輻輳制御手順の実行という事態発生が無いので、連続的にパケットを受信することができ、スループットの向上が可能となる。

【0080】以上、説明の方式では、例えば、非対称通信方式のように、端末から送信するデータを伝送する速度と、端末に受信させるデータを伝送する速度が大きく異なる伝送路に接続される場合、ラウンドトリップ時間は伝送速度の小さな狭帯域の伝送路でのパケットの伝送時間に影響され、伝送速度の大きな広帯域の伝送路で伝送されるパケットの大きさには、あまり依存されないとしている。

【0081】実際には、タイマーでの測定精度などにもよるが、例えば、イーサネットを用いてTCP/IPパケットを伝送する場合、IPパケットの最大パケットと最小パケットの比は“75:2”であり、また、イーサネットの伝送速度は10Mbpsであるが、一方、端末から送信するデータの伝送速度は、当該端末が例えばPHS（パーソナル・ハンディホン・システム）を用いて通信しようとした場合には、その伝送速度が32kbpsであるから、この場合には、端末からのデータ送信速度は32kbpsであり、端末が受信するデータの伝送速度がイーサネットの伝送速度である10Mbpsであることになるから、伝送速度の比は“2:625”となる。

【0082】よって、この端末から最小パケットを相手側に送信する時に要する伝送時間（送信時間）と、相手側よりの最大パケットを当該端末が受信する時の伝送に要する時間（受信時間）との比は、“25:3”となるので、通常にパケットを送受信している時には当該端末でのラウンドトリップ時間に占める要素は、相手側のパケットの送信に要する時間よりも、自己が相手側に送信するパケットの大きさによって決まる伝送時間の方の割合が決定的の大きいと考えられる。

【0083】従って、この具体例では相手端末側から端末1側に返す確認応答に占める時間的要素は手を加えず、端末1側から相手端末側へ送るデータのパケットの長さを、データ分割処理により調整して、1パケット当たりの長さを短くすることで、確認応答を返すまでの時間にゆとりを持たせてタイムアウトが生じないようにした。ゆえに、データが正しく受取られているにもかかわらず、確認応答の到着の遅れから生じる無駄な再送を抑制して効率のよいデータ伝送を行うことができるようになる。

【0084】なお、第1の具体例におけるパケット出力部103での処理の概要を、図7に示しておく。ここでこの処理は、データ入力の有無をチェックし（S101）、データ入力があるとタイマー部104からのタイムアウト時間通知によるタイムアウト時間をもとにした

セグメントサイズ（SS）の設定値の更新を行い（S102）、未送信のデータが設定値（SSの設定値）より大きいかな否かを調べ（S103）、その結果、大きいときは未送信のデータより設定値（SSの設定値）の大きさだけ取り出してこれについてパケットの作成を行う（S104、S105）。

【0085】一方、S103での判断の結果、大きくないときはその未送信のデータについてパケットの作成を行う（S105）。そして、パケットの送信処理（そのパケット対応の再送タイマーの起動など）を行い（S106）、つぎの未送信のデータがあるかな否かを調べる（S107）。

【0086】そして、未送信のデータがあれば、タイマー部104からの再送の指示があるかな否かを調べ（S108）、再送の指示があればステップS105からの処理を繰り返し、再送の指示がなければステップS102からの処理を繰り返す。

【0087】また、ステップS107での判断の結果、未送信のデータがなければ再送の指示があるかな否かを調べ（S109）、その結果、再送の指示があればステップS105からの処理を繰り返し、再送の指示がなければステップS101からの処理を繰り返す。

【0088】以上、端末1側で、自己が送信しようとするデータを適宜に分割してその分割したデータ毎にパケット化し、短いパケットとして相手側に伝送することにより、相手側からの応答確認の授受に当てることのできる時間を確保して端末1側でのタイムアウトを回避できるようにした例を説明した。これはデータを送信する側での送信データの長さを短くしてその分、相手側に応答確認の猶予時間として与えるかたちでの処理の改善を図ることにより、端末1側でのタイムアウトを回避する例であった。

【0089】しかし、端末1側でのタイムアウトを回避することができても、相手側でのタイムアウト時間の設定の状態によっては、相手側が連絡して送信したデータに対してタイムアウトが生じる可能性が残る。そして、相手側でのタイムアウトが発生しても、再送を余儀なくされるから、この改善を図る必要がある。それを端末1での処理の改善により実現するようにした例をつぎに第2の具体例として説明する。

【0090】（第2の具体例）第2の具体例は、端末1がデータを受信してその確認応答を送信側に返す場合に、端末1から送信側に、確認応答を大きなパケットに埋め込んで返すことのないように制御できるようにして、確認応答の遅れから送信側でのタイムアウトが生じて再送に至らないようにし、効率的な伝送を可能にする例である。

【0091】前述したように、携帯型の端末1の使用形態を想定すると、この端末1は携帯用であるがために、ユーザと共に移動し、ホスト側に蓄えられた情報を移動

先で任意に引き出して利用するといったことが主体となると考えられ、今後、その情報はマルチメディアの進展と普及を考慮すると、端末1が受信するデータについては情報量が多いと考えられる。また、端末1に提供されるサービスを考慮すると、データベース検索の結果を端末1に表示するなどのように、即時性を要求される場合が多いと考えられる。

【0092】ところが、端末1が使用する受信データの確認応答の送信に供する伝送路が、伝送速度が小さく狭帯域である場合には、つぎのような問題が生じる。すなわち、その確認応答が単独で送られるケースでは余り関係はないが、確認応答が、送信データのバケット中に埋め込まれて伝送されるケースもあり、その確認応答が大きなデータと共にバケット化されて送信されるような事態の発生の際の問題である。このような事態の発生の際には、端末1において受信バケットに対する確認応答を送信する時間が大きくなるため、当該端末1からの確認応答が相手側で設定されているタイムアウト時間内に到着しないことが起こる。

【0093】特に多くのデータを短時間で受信しようとしていた場合には、相手側でタイムアウトが生じることにより、輻輳制御が実行されるために、短時間に多くのバケットを受信することができなくなり、伝送の効率が急激に低下する。

【0094】そこで、この第2の具体例においては、端末1において自己がデータを受信していることを検出した時には該端末1では大きなバケットを送信しないように制御を行うようにする。このような制御を行うことができるようにした本発明の第2の具体例による端末1のバケット入力部101、制御部102、バケット出力部103の構成を図8に示す。

【0095】バケット入力部101はバケット分解部101aと順序番号確認機能部101bを含み、制御部102は確認応答送信待ちフラグの機能と、データ分割処理部103aに対するバースト受信中の通知機能を持ち、バケット出力部103はデータ分割処理部103aおよびバケット作成部103bを含む。

【0096】データ分割処理部103aは、バースト受信通知を受けると、送信するデータを伝送速度等に対応して所定の演算式で演算して求めたデータ量単位で分割する機能部であり、バケット作成部103bは、このデータ分割処理部103aで分割処理されたデータを受取り、これにヘッダやトレイラを付加してバケット化して伝送路へ送出する機能部である。

【0097】また、バケット分解部101aは伝送路から受信したバケットを分解して必要な情報に分け、入力バッファ105に送り出すと共に、バケットに含まれているデータの順序番号および確認応答の順序番号を順序番号確認機能部101bに与える機能を有する。

【0098】順序番号確認機能部101bはこれらの順

序番号を確認し、タイマー104における確認応答されたバケット対応の再送タイマーをリセットさせ、また、受信バケット対応の確認応答送信待ちフラグセットを行うべく、指令を制御部102に与える機能を有するものである。

【0099】タイマー104は、複数の再送タイマーを有しており、バケット対応に管理して起動、リセットを行うことにより、タイムアウトの管理を行うことができるようにしてある。

【0100】また、制御部102は、受信バケット対応の確認応答送信待ちフラグのセット指令を受けて当該フラグをセットし、当該バケットの確認応答の情報をバケット作成部103bに渡す。また、バースト受信中であるか否かを確認して受信中である時はバースト受信通知をデータ分割処理部103aに与える機能、そして、バケット作成部103bからの指示に従って確認応答送信待ちフラグをリセットする機能を有する。

【0101】本装置（端末1）では、伝送路を介して相手側からバケットを受信すると、バケット入力部101ではそのバケット分解部101aがバケット分解して入力バッファ105に送り、アプリケーションがこの入力バッファ105内のデータを取り込んで所要の処理を行うことになる。バケット分解部101aで分解されたヘッダに含まれる、データ順序番号および確認応答、順序番号の情報は、順序番号確認機能部101bに送られ、ここで確認応答されたバケットに対するタイマー104の再送タイマーをリセットさせる指令を発生してタイマーを停止する。

【0102】また、順序番号確認部101bから受信バケットの順序番号対応に確認応答送信待ちフラグセットの指令が制御部102に送られ、制御部102はこの指令により、該当のバケットの確認応答送信待ちフラグをセットする。そして、バースト受信中である判断した時には、バースト受信通知をデータ分割処理部103aに与える。

【0103】データ分割処理部103aでは出力バッファ106内にデータがあるときは、このデータを取り込み、データ量が多い時は、所定のデータ長の範囲になるよう分割してバケット作成部103bに与え、ここでこのデータをバケット化した後、伝送路を介して相手側に伝送する。

【0104】確認応答の情報を伝送するに際して、相手側に伝送すべき別のデータが出力バッファ106内にある場合には、この別のデータと共に確認応答の情報も同じバケット内に納められて伝送されるが、相手方からバケットを連続して受信した時には、所定の演算式にのっとり短いバケット長に収まる範囲内でデータを分割して確認応答の情報とともにバケット化して相手方に送信するようにする。

【0105】もちろん、このときに確認応答の情報は単

独でバケット化して相手方に送信するようにしても良い。

【0106】端末1がデータを受信していることの検出は、確認応答送信待ちフラグで行う。例えば、受信確認が通常のデータと共にバケット化されて送信される方法を採用しているケースでは、端末1がバケットを受信してから直ちに受信確認を送信するのではなく、他に送信されるデータを待つ。

【0107】このため、端末1がバケットを受信した時には上述のように、確認応答の送信待ち状態を示すフラグを立てるようにしている。そして、バケット出力部103はこのフラグが立っている時にはこれを以て受信していると認識し、当該フラグ検出により、そのフラグが立っているバケットに対する受信確認を相手方に返す。このとき相手方に送る他のデータがあれば、通常の状態のときは、受信確認はこれらのデータとともにバケット化して相手方に送信することになる。

【0108】しかし、相手方から連続してバケットを受信したときは、確認応答を所定の短いバケット長に収まる範囲内のデータ長にバケット化するか、確認応答を単独でバケット化して相手方に返すようにする。

【0109】端末1がバースト的に大容量のデータを受信していることを検出するには、制御部102において、例えば、データの入っているバケットを受信した時刻を記録して、この記録を元に受信時間間隔を計算し、これが予め定める閾値を越えることを以て検出するといったことで実現できる。

【0110】このような処理を行わせる手順を図9に示しておく。図9は、図8の構成におけるバケット出力部103での処理手順を示すフローチャートであり、ここでの処理は、データ入力の有無をチェックし(S201)、データ入力があるとつぎにバースト受信通知があるか否かをチェックし(S202)、その結果、バースト受信通知があればセグメントサイズ(SS)の設定値を縮小する(S203)。その際のセグメントサイズ(SS)の設定値は式(4)に基づく。そして、未送信のデータが設定値(SSの設定値)より大きいかなかを判断する(S205)。

【0111】一方、ステップS202での判断の結果、バースト受信通知がなければセグメントサイズ(SS)の設定値を最大値にする(S204)。そして、未送信のデータが設定値(SSの設定値)より大きいかなかを判断する(S205)。ステップS205での判断の結果、未送信のデータが設定値(SSの設定値)より大きいときは、未送信のデータ中よりSSの設定値分の容量のデータを取り出し、これについてバケットの作成を行う(S206、S207)。

【0112】また、ステップS205での判断の結果、未送信のデータが設定値(SSの設定値)より小さいときは、その未送信データ全部を取り出し、これについて

バケットの作成を行う(S207)。

【0113】そして、バケットの送信処理(そのバケット対応の再送タイマーの起動など)を行い(S208)、つぎの未送信のデータがあるか否かを調べる(S209)。

【0114】そして、未送信のデータがあれば、タイマー部104からの再送の指示があるか否かを調べ(S210)、再送の指示があればステップS207からの処理を繰り返し、再送の指示がなければステップS202からの処理を繰り返す。

【0115】また、ステップS209での判断の結果、未送信のデータがなければ再送の指示があるか否かを調べ(S211)、その結果、再送の指示があればステップS209からの処理を繰り返し、再送の指示がなければステップS202からの処理を繰り返す。

【0116】以上で示したように、大容量のデータを含むバケットを連続して受信していることを検出した時には、受信したバケットに対する確認応答を返すにあたり、データを小さいサイズに分割して確認応答とともにバケット化したり、確認応答のみのバケットにするといった具合に、確認応答の送信を優先するようにし、他の大きな送信データと共に確認応答を含ませたような大きなバケットで返すことのないようにしたため、確認応答は短い時間で相手方に返すことができるようになる。

【0117】この場合でのデータをバケット化する時のセグメントサイズ(SS)を式(4)に示すように設定する。

【0118】 $SS < \delta \dots (4)$

但し、ここで δ は相手側でタイムアウトを起こすことのできる時間で送ることのできるバケットの大きさを決める。例えば、最小のバケット長が定められる伝送路では、そのバケットに入れることのできるデータを δ とする。あるいはタイムアウト時間の最小値が定められるプロトコルでは、その時間内で送ることのできるバケットの大きさを δ とする。

【0119】この方法を用いることで、少なくとも端末1がバースト的にデータを受信している時には、これらの確認応答を相手側に、そのタイムアウト時間を越えることなく届けることができるようになるので、正しいデータを受信しているにも係わらず、タイムアウトを生じるといった問題を無くすることができる。このため、バースト的にデータを受信する場合の受信時間の短縮を図ることができる。

【0120】以上は、相手方から受信するデータの量が多いとき、そのバケットに対する確認応答は、確認応答単独か、または、所定の小さいサイズのバケットに収まる範囲内での他のデータと共にバケット化して返すようにし、相手方のタイムアウト時間に間に合うように確認応答を返せるようにして相手方からの再送をなくすようにした例であった。

【0121】次に、データの送信元が端末1である場合に、当該端末1が予め定められる大きさよりも大きなパケットLを相手方に送信する時に、受信相手からの確認応答がその分、遅れることによる当該送信元の端末1のタイムアウトを抑制するようにした例を第3の具体例として説明する。

【0122】（第3の具体例）端末1が、予め定められる大きさよりも大きなパケットLを送信する時には、受信相手からの確認応答がその分、遅れることになるが、その遅れにより送信元の端末1がタイムアウトしてしま

わないように、最適タイムアウト時間を設定する例を第3の具体例として説明する。

【0123】端末1を基準にみた場合に、当該端末1から相手端末へ送信するパケットに対して、該相手端末からの確認応答がタイムアウト時間までに受信できないことによる再送を抑制するためのパケット出力部103の構成を図10に示す。

【0124】図10に示すように、この例ではパケット出力部103はデータ分割処理部103aとパケット作成部103bとからなり、データ分割処理部103aは出力バッファ106から送信データを取り込み、データ分割すると共に、その分割されたデータによりパケットを作成した場合に得られるパケットの長さをタイマー部104に通知する機能を持たせてある。また、パケット作成部103bはデータ分割処理部103aから受けたデータをパケット化して伝送路に送り出す機能を有する他、パケット作成部103bにはパケットを送り出したときには、そのパケット対応に再送タイマーを起動するように、タイマー部104に指令を出し、また、タイマー部104から再送タイマーのタイムアウトが生じたときそのタイムアウトの生じた再送タイマー対応のパケットに対する再送指示が発生されるが、その指示を受けて該当のパケットの再送出を行うといった機能を有する。

【0125】図11にタイマー部104の構成例を示す。タイマー部104は、ラウンドトリップ時間測定部104a、タイムアウト時間計算部104b、タイマー管理部104c、複数の再送タイマー104dとからなる。

【0126】ラウンドトリップ時間測定部104aはパケット出力部103からパケットを伝送路に送出し、パケット入力部101からそのパケットに対する確認応答のパケットが得られるまでの時間を、これらパケット出力部103、パケット入力部101からの情報を用いて測定するものであり、タイムアウト時間計算部104bはこの測定情報とパケット長通知の情報とを元に、所定の計算式に従ってタイムアウト時間を求める機能部であり、測定時間とパケット長が予め定めた標準値以内であれば、その標準値対応に定めた最適な所定のタイムアウト時間を出力し、複数の再送タイマー104dのうち、パケット対応の再送タイマー104dにセットして起動

させる機能を有する。

【0127】各再送タイマー104dは時間を計数する機能部であり、設定されたタイムアウト時間に到達するとタイムアウト情報を出力する機能を有する。また、タイマー管理部104cは、これら複数の再送タイマー104dのうち、タイムアウトした再送タイマー104dがあると、そのタイムアウト情報から、どのパケットの再送が必要であるかを判断してそのパケットについての再送をパケット出力部103に指示する機能を有する。

【0128】このような構成において、出力バッファ106に送信すべきデータがあるときはデータ分割処理部103aはこのデータを取り込み、これを所定のパケット長に収まる範囲に分割し、これをパケット作成部103bに与え、ここでこのデータをパケット化した後、伝送路を介して相手側に伝送する。

【0129】一方、送信するパケットのパケット長をタイマー部104に通知し、タイマー部104ではこれにより、そのパケットの伝送に要する時間を付加した値を正式なタイムアウト時間（RTO1）として当該パケット用の再送タイマーに設定して再送管理に用いるようにする。

【0130】従って、送信するパケットの基準長を予め設定しておき、送信するパケットがこの基準長の範囲内であれば、式（1）あるいは式（2）で計算される標準のタイムアウト時間に当該パケット用の再送タイマーを設定して再送管理に用い、送信するパケットが前記基準長よりも大きい場合には、そのパケットの伝送に要する時間を前記標準のタイムアウト時間に加えた値を正式なタイムアウト時間（RTO1）として当該パケット用の再送タイマーに設定して再送管理に用いるようになる。

【0131】そのため、送信パケットが、定めた長さ以内のときは、標準のタイムアウト時間で再送制御の管理をすることができ、送信パケットが、定めた長さより長い場合には、その長くなった分だけ、タイムアウト時間を長くして再送制御の管理をすることができるようになり、タイムアウトによる再送の頻発を防ぐことができるようになると共に、標準長以内のパケットであれば、標準のタイムアウト時間で再送制御の管理ができるので、比較的短いパケットでは、短い最適タイムアウト時間で再送制御を行うことができ、長いパケットでは、それ相応に最適タイムアウト時間で再送制御を行うことができるようになる。

【0132】すなわち、本発明では、予め定められる大きさよりも大きなパケットLを端末1が送信する時には、式（1）などから計算されるタイムアウト時間に、そのパケットの伝送に要する時間を付加した値を正式なタイムアウト時間（RTO1）として設定して用いるようにすることを基本とする。

【0133】この時の正式なタイムアウト時間（RTO1）は式（5）で示すように、

$$RTO1 = RTO + L/V \quad \dots (5)$$

として算出する。

【0134】また、式(1)におけるラウンドトリップ時間の測定値から、その測定に際して端末1から送信したパケットの伝送に要する時間を減算しておき、端末1*

$$RTT = \alpha RTT_{pre} + (1 - \alpha) (RTT_{ovs} - M/V) \quad \dots (6)$$

さらに、式(5)に基づいてタイムアウト時間(RTO)の算出を行う。

【0136】以上に述べた方法によれば、端末1から送信するパケットに関して、相手側端末が正しいデータを受信しているにも係わらず、無駄な再送を実施してしまうというような事態が生じなくなるので、狭帯域の伝送路を有効に利用することができる。

【0137】次に、品質の高い伝送路での伝送の場合に、効率良く伝送を行うための最適タイムアウト時間設定をどうするかという課題に取り組んだ具体例を第4の具体例として説明する。

【0138】(第4の具体例)伝送路での誤りが少ない場合、あるいは伝送路符号化による誤り訂正が行われる場合は、伝送路を伝送中のパケットに、当該パケットのデータやヘッダ部分に誤りが生じることが少ないので、正しいデータが相手側端末に届かなかったことにより、確認応答を受信できないというケースの発生は少ないと考えられる。

【0139】このため、伝送路での誤りが少ない場合は、タイムアウト時間を大きく設定してもスループットの劣化が少ないので、タイムアウト時間について適応的に詳細な値の制御をするのではなく、予め最大パケットを送信した時の伝送時間を測定するか、あるいは推定し、その時間よりタイムアウト時間が小さくならないように設定を行うようにする方法が有効である。

【0140】この時のタイムアウト時間設定演算に用いる式を、式(7)に示す。ここで、 ε は端末での処理の変動により最大パケットを送信した時の伝送時間の揺らぎを考慮に入れた一定値または統計的に推定できる推定値を用いる。

【0141】

$$\text{if } (RTO \leq MSS/V + \varepsilon) \\ \text{then } RTO = MSS/V + \varepsilon \quad \dots (7)$$

すなわち、タイムアウト時間“RTO”が“ $MSS/V + \varepsilon$ ”より小さいか等しいときは、“RTO”は“ $MSS/V + \varepsilon$ ”とする。

【0142】この発明においては、伝送路での誤りが少ない場合や伝送路符号化による誤り訂正が行われる場合には、タイムアウト時間の詳細値についての適応的な制御を行わなくても、端末から送信したパケットあるいは端末が受信したパケットについて、いずれの場合についてもパケットが正しく受信された場合に、無駄に再送を行うことが無くなるため、スループットの向上やパースト的なデータの短時間での受信を行うことができる。

*からパケットを送信する場合に式(5)を用いてタイムアウト時間を算出する方法でも良い。すなわち、ラウンドトリップタイム時間の測定に際して送信したパケットの大きさをMとすると式(6)に示すようになる。

【0135】

【0143】以上、種々の具体例を説明したが、要するに本発明は、端末への送信データの伝送速度が、その端末からの送信データの伝送速度と比較して高速である伝送路を用いる通信システムであって、伝送するデータはパケット化し、パケットを受けとると確認応答を返すようにし、また、パケットを送信すると再送タイマーの計時を開始して所定のタイムアウト時間経過時まで受信側から確認応答がない場合にはパケットの再送を試みるようにしたパケット通信システムにおいて、各々のパケットを送信してから確認応答を受信するまでに要するラウンドトリップ時間の測定値から決まる再送タイマーのタイムアウト時間内に、確認応答を受けられるべく、伝送するパケットのパケット長を短くするようにしたものである。そのためには、伝送するデータ長が長い場合は分割してパケット化することにより、パケット長を短くし、また、確認応答を他のデータと共にパケット化して送る場合は当該他のデータの分割するか、あるいは確認応答のみをパケット化して再送タイマーのタイムアウト時間内に、確認応答を受けとることができるようにした。

【0144】そのため、正常にパケットを受け取っているながら、確認応答が間に合わないために、送信側ではパケットの再送を行うといった無駄が解消できるようになり、タイムアウトが生じることによるパケットの連続的送信が阻害されることによるスループットの低下を解消できると共に、通信資源の無駄使いを抑制することができるようになる。

【0145】また、再送タイマーのタイムアウト時間を送信するパケット長に応じて可変するようにし、これによっても、正常にパケットを受け取っているながら、確認応答が間に合わないために、送信側ではパケットの再送を行うといった無駄が解消できるようになり、タイムアウトが生じることによるパケットの連続的送信が阻害され、通信資源の無駄使いを抑制することができるようになる。

【0146】なお、本発明は上述の具体例に限定することなく、種々変形して実施可能である。

【0147】

【発明の効果】以上、詳述したように本発明によれば、正常にパケットを受け取っているながら、確認応答が間に合わないために、送信側ではパケットの再送を行うといった無駄が解消できるようになり、タイムアウトが生じることによるパケットの連続的送信が阻害されることに

よるスループットの低下を解消できると共に、通信資源の無駄使いを抑制することができるようになる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を説明するための図であって、本発明システムの基本構成例を示すブロック図。

【図2】本発明を説明するための図であって、PPP(Point-to-Point Protocol)フレームの構成例を示す図。

【図3】本発明を説明するための図であって、無線伝送路を用いる場合のターミナルアダプタ2の構成例を示す図。

【図4】本発明を説明するための図であって、無線伝送路を用いる場合のネットワークアダプタ4の構成例を示す概略的なブロック図。

【図5】本発明を説明するための図であって、端末1の構成例を示す概略的なブロック図。

【図6】本発明を説明するための図であって、本発明の第1の具体例におけるバケット出力部103の構成例を示す図。

【図7】本発明を説明するための図であって、本発明の第1の具体例におけるバケット出力部103での処理の概要を示す図。

【図8】本発明を説明するための図であって、本発明の第2の具体例における端末1のバケット入力部101、制御部102、バケット出力部103の構成を示す図。

【図9】本発明を説明するための図であって、図8の構成におけるバケット出力部103での処理手順を示すフローチャート。

【図10】本発明を説明するための図であって、本発明の第3の具体例におけるバケット出力部103の構成例を示す図。

【図11】本発明を説明するための図であって、本発明の第3の具体例におけるタイマー部104の構成例を示す図。

*

*【図12】IP(Internet Protocol)データグラムのパケットの構成を示す図。

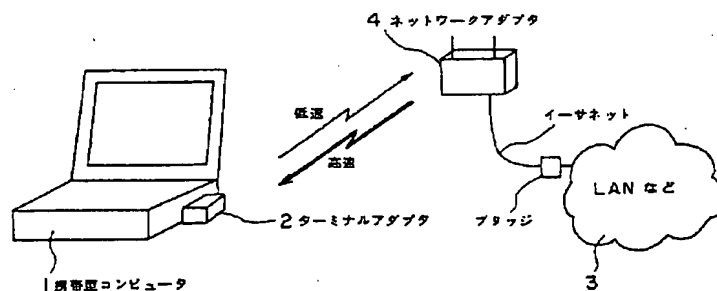
【図13】TCPのパケットの構成例を示す図。

【図14】TCPを用いた通信における通信手順の例を示す動作遷移図であって、(a)は自己がデータをパケット化して送信した後、タイムアウト時間内に確認応答が受信できた例を示し、(b)はパケットが失われた時に生じるタイムアウトと、パケット再転送の例を示す図。

【符号の説明】

- 1…端末
- 2…ターミナルアダプタ
- 3…ネットワーク
- 4…ネットワークアダプタ
- 31…着脱機構
- 32…入出力装置
- 33…無線送受信機
- 34…無線受信機
- 35、36…アンテナ
- 41…有線/無線フレーム変換部
- 42…無線送受信機
- 43…無線送信機
- 44…データリンク制御部
- 45…高速伝送路インタフェース
- 46、47…アンテナ
- 101…バケット入力部
- 102…制御部
- 103…バケット出力部
- 103a…データ分割処理部
- 103b…バケット作成部
- 104…タイマー部
- 105…入力バッファ
- 106…出力バッファ

【図1】

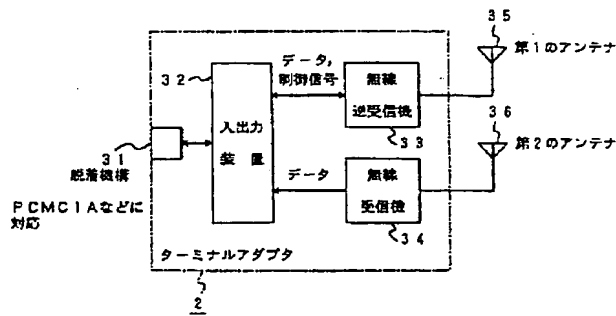


【図2】

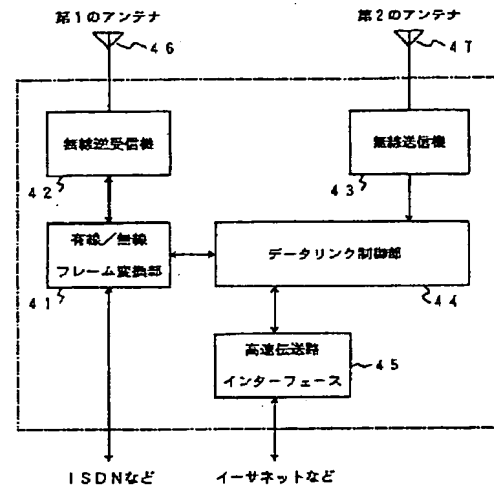
PPPフレームのフォーマット

フラグ	アドレス	制御	プロトコル	情報	FCS	フラグ
01111110	11111111	00000011		(LCP, NCP, ネットワーク層プロトコル)		01111110
1byte	1byte	1byte	2byte	可変長	2byte	1byte

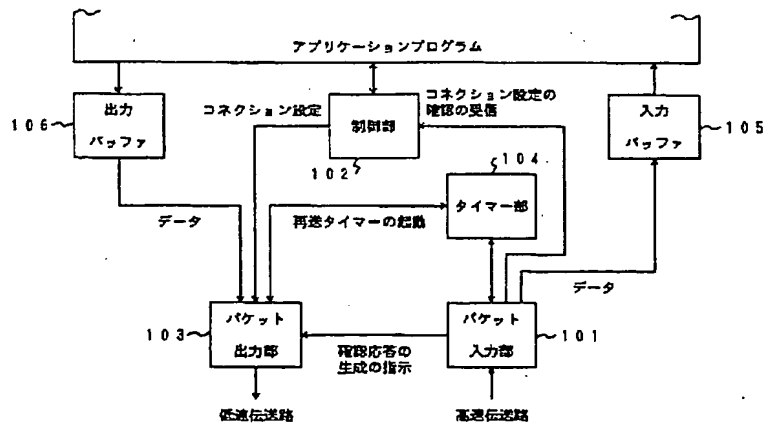
【図3】



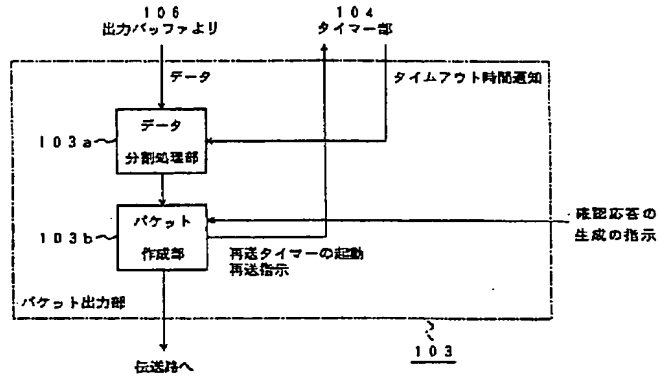
【図4】



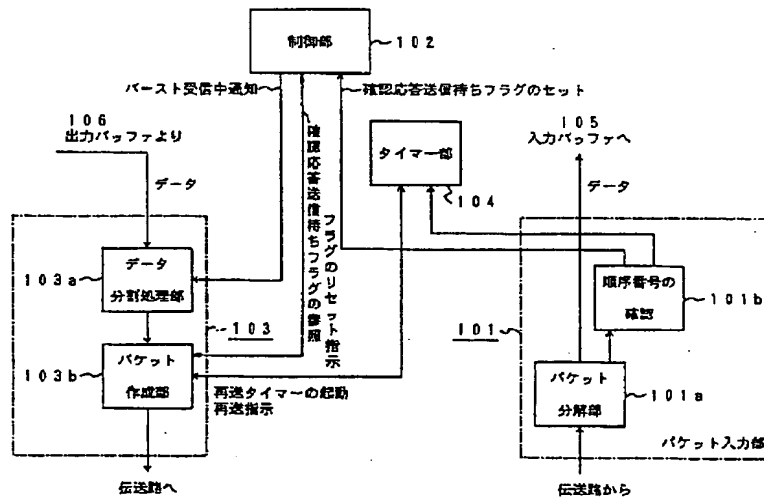
【図5】



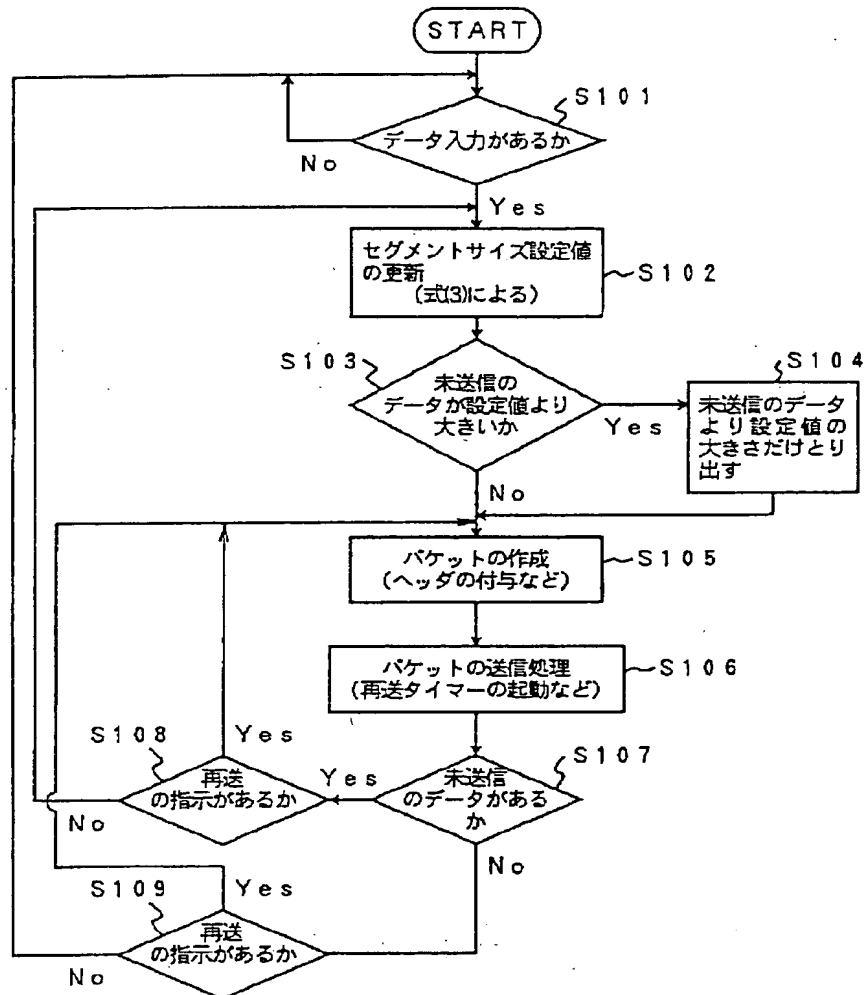
【図6】



【図8】



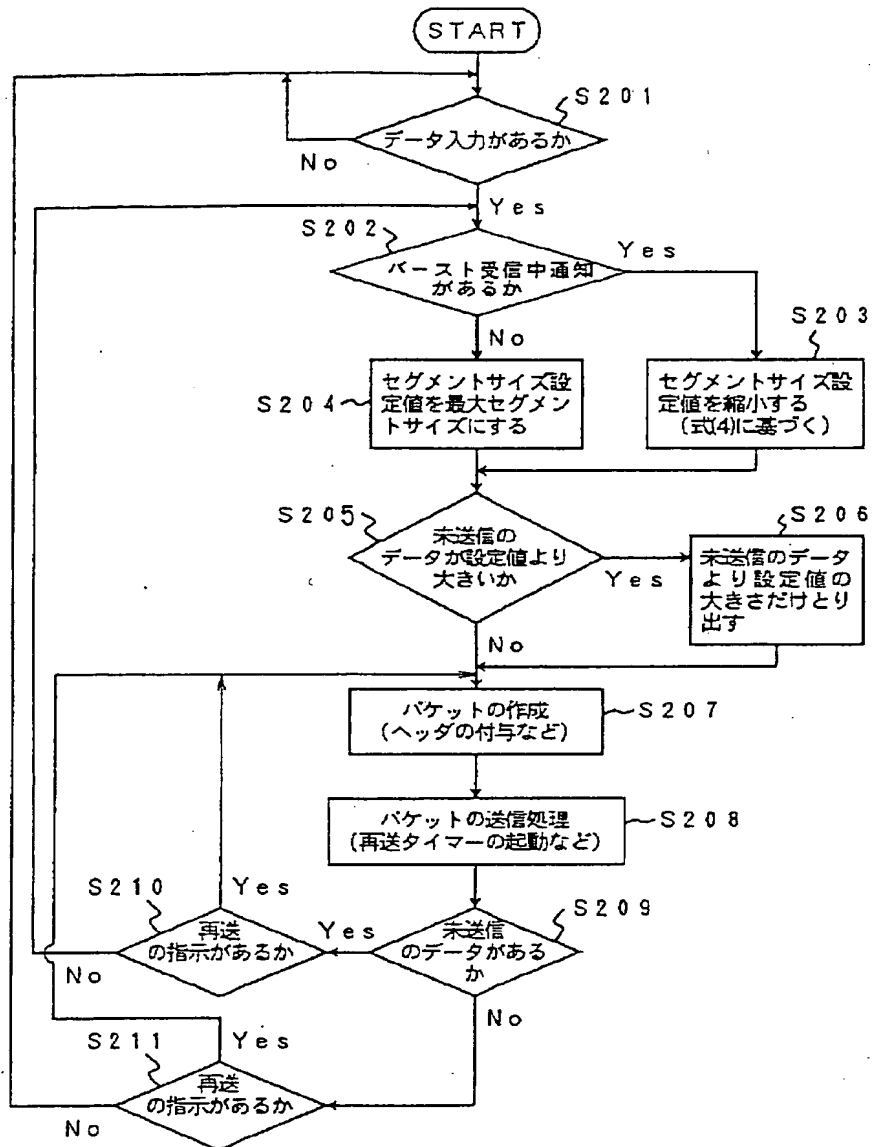
【図7】



【パケット出力部の処理手順】

(第1の具体例)

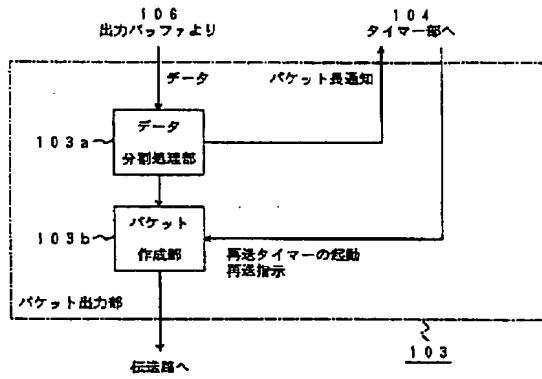
【図9】



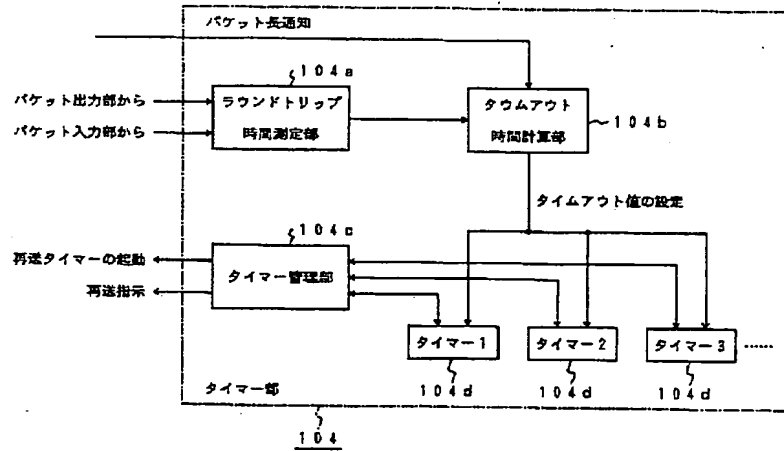
[パケット出力部の処理手順]

(第2の具体例)

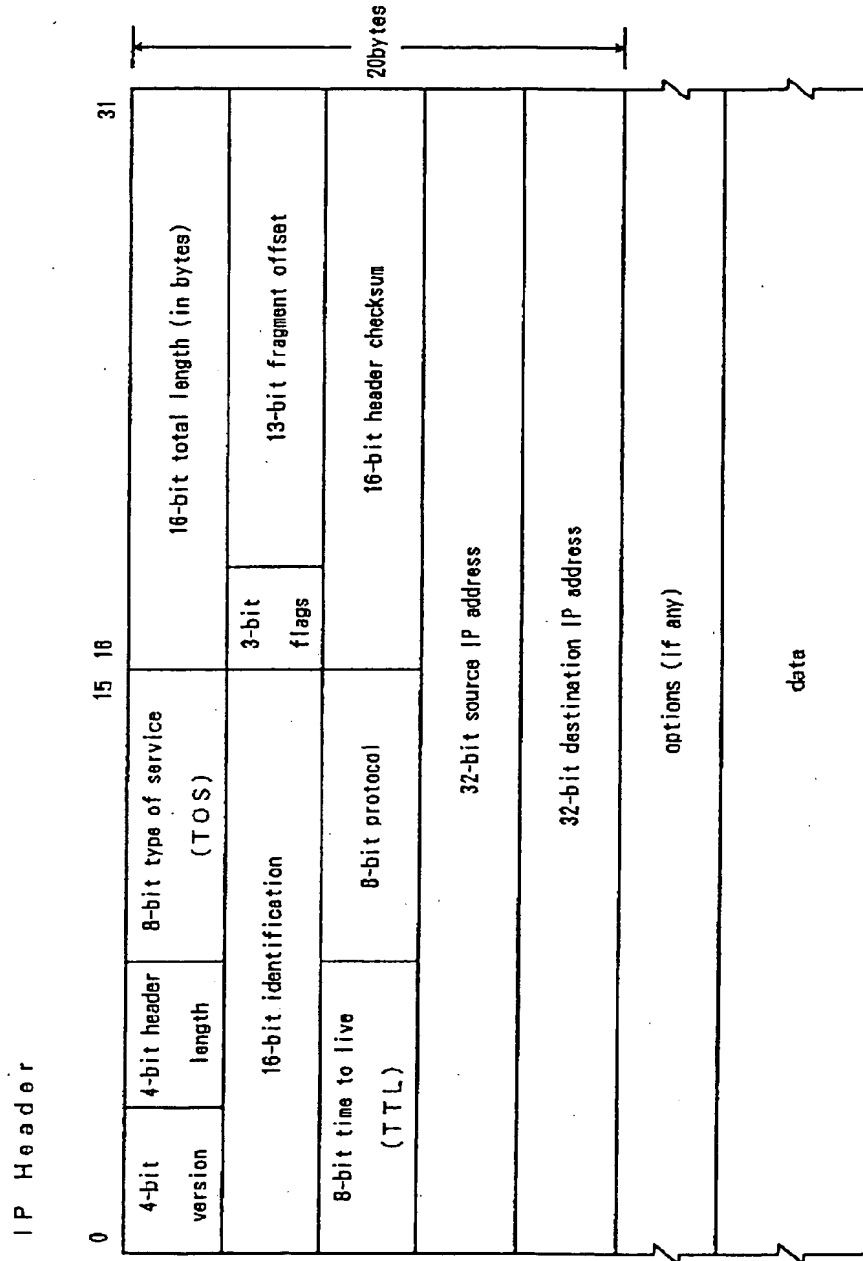
【図10】



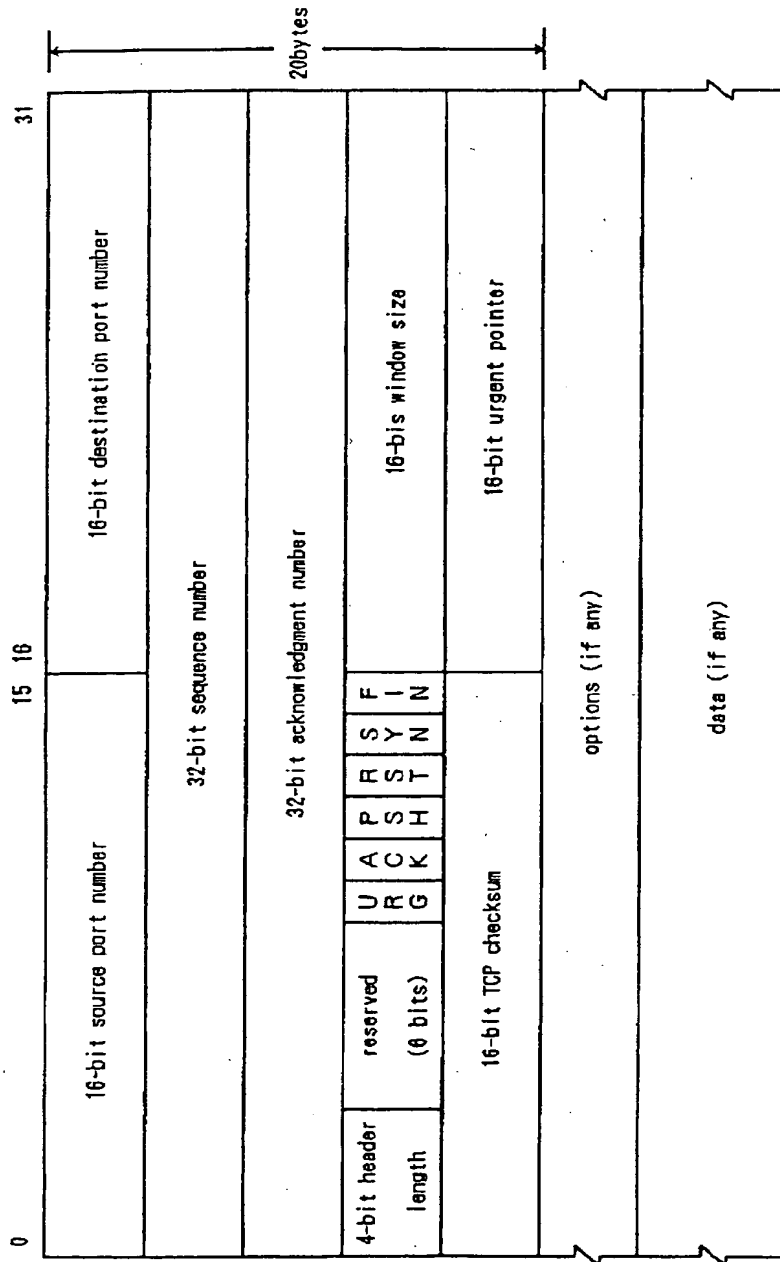
【図11】



【図12】

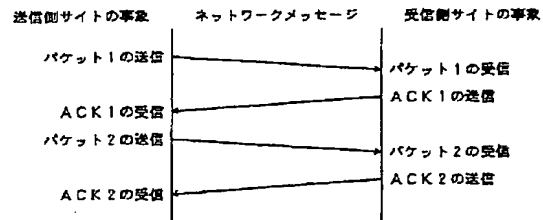


【図13】

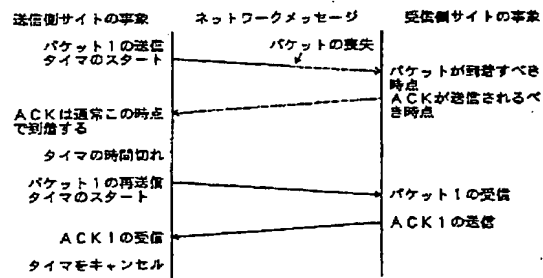


(TCPヘッダのフォーマット)

【図14】



(a)



(b)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.